甘藷採收後癒傷與溫湯處理對貯藏之影響

利幸貞*
行政院農委會農業試驗所嘉義分所農藝系

摘要

甘藷新鮮塊根的不耐貯藏是產業急需解決的問題，如何延長其貯藏能力及減少貯藏期間鮮藷塊根的耗損係本研究的主要目的。試驗發現影響甘藷採後鮮藷塊根貯藏耗損的原因，主要是機械採收造成塊根斷裂及表皮受傷引起傷口褐化的外觀劣變，以及水分散失而造成鮮重減少，即塊根失重，此外病蟲害亦會造成貯藏期間耗損。塊根貯藏前利用癒傷處理且置於相對濕度較高的控溫環境，即 32℃、90% RH (relative humidity)、7 天癒傷處理，之後移入 15℃、90% RH 控溫室處理，對甘藷表皮外觀較有利，對失重率影響不顯著但明顯能降低鮮藷貯藏病害之耗損。另 50 至 60℃溫湯處理對甘藷造成熱傷害，45℃浸泡 5、10、15 min 對降低鮮藷耗損有改善趨勢。甘藷貯藏期間鮮藷失重率與病害耗損在品種間有顯著差異，不同產地來源之鮮藷塊根耗損率差異大，可能是受土壤病原菌及田間管理影響。

關鍵詞：甘藷、採後處理、癒傷處理、溫湯處理。

Effect of Curing and Hot Water Treatment on the Storage of Sweet Potato

Hsin-Chen Li*

Department of Agronomy, Chiayi Agricultural Experiment Station, Taiwan Agricultural Research Institute, Chiayi 60004, Taiwan ROC

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate different postharvest handling treatments on the results of the storage of sweet potatoes. It showed that loss of fresh weight of sweet potato after storage was attributed to mechanical damage of roots, skin injury and disease infection. The curing treatment by storing at conditions of 32℃ and 90% RH (relative humidity) for 7 days and then moved to 15℃ and 90% RH for the storage would improve the appearance of sweet potato skin and significantly reduce the storage loss caused by diseases. Treatment of hot water (50–60 ℃) on sweet potato led to thermal injury, while immersing into 45℃ water for 5, 10 and 15 minutes reduced weight loss by disease infection after storage. The loss of fresh weight of sweet potato varied in samples harvested from different production areas, suggesting that soil pathogens and field management practices may play a role in affecting the quality of sweet potato.

Key words: *Ipomoea batatas* (L.) Lam, Postharvest, Curing, Hot water treatment.

前言

甘藷是臺灣重要且具特色的雜糧作物，營養價值高，廣受消費者喜愛。甘藷貯藏及儲架壽命受到採收時機械切傷與表皮擦傷，以及採收後貯藏期間的失重引起的皺縮與發生的病害所影響，這些原因造成的耗損均將嚴重改變其市場價值 (Walter *et al.* 1989；Ray *et al.* 2005；Tomlins *et al.* 2002)。為了提高甘藷利用的經濟效益，維持甘藷採收後貯藏期間塊根的品質，採收後處理過程係重要課題。癒傷處理(curing)應用於根莖作物採收後處理，即表皮傷口癒合的過程，有助於提高貯藏能力(Oirschot *et al.* 2006)。甘藷表皮受傷後在傷口處的細胞會失水乾燥並死

* 通信作者, hsinchen@dns.caes.gov.tw
投稿日期：2015 年 4 月 23 日
接受日期：2015 年 6 月 25 日
作物、環境與生物資訊 12:95-104 (2015)
Crop, Environment & Bioinformatics 12:95-104 (2015)
189 Chung-Cheng Rd., Wufeng District, Taichung City 41362, Taiwan ROC

亡，形成多層乾燥細胞，表現出木質化情形，具有厚度，然後在其下方會有新的周皮層產生，有利於提高貯藏能力，Weimerm and Harter (1920)就已經將此技術應用於甘藷的採後貯藏。Artschwager and Starrett (1931)將傷口癒合歸納成三個階段：第 1 階段為傷口處先有幾層薄壁細胞漸漸失水乾燥，第 2 階段為傷口下層細胞的細胞壁增厚，第 3 階段為形成癒傷周皮層。對於甘藷癒傷處理的條件一般認為以 28–30℃的溫度和 85% RH 最好，但對於不同甘藷品種有關癒傷組織的厚度與塊根失重及腐敗的比較並未有相關的文獻，且在熱帶國家對甘藷進行癒傷處理的效果仍待評估。

貯藏病害是甘藷塊根貯藏耗損主要因子，如軟腐病、黑炭病、基腐病等(Cantwell *et al.* 1985, Zhang *et al.* 2002, Onwueme 1978)，前人研究指出蔬果在經過採後溫湯處理可有效降低貯運期間的病害耗損。Yang (2006)試驗結果顯示，「柴羨」芒果使用 58℃溫水處理 20 s 後會出現嚴重果皮褐化及黑點之熱傷害，但是「台農 1 號」芒果卻可耐到 62℃，如以 53℃、5 min 處理對炭疽病有抑制效果。Su (2009)以春夏季採收之「台農 17 號」鳳梨果實進行溫湯處理，使果心溫度達 47℃時會導致果實燙傷，而冬季採收之果實溫湯處理達 42℃時，果實就會產生燙傷，惟 42℃與 45℃之溫湯處理可以降低果實黑心劣變指數及發生率，並可延緩果皮及果肉轉色。此外，貯藏環境溫濕度的影響更顯重要，Cantwell (1985)有關根莖類採後處理研究結果，認為甘藷適合的貯藏溫度為 12–14℃、85–90% RH。Picha (1986, 1987)利用 15.6℃、90% RH 條件來貯藏甘藷，而 Takahata (1995) 則是利用採收季節之天然溫度約 12–16℃進行甘藷貯藏，Zhang (2002)以貯藏溫度 20℃、75% RH 進行甘藷貯藏試驗等。歸納以上所應用的貯藏溫度範圍約 12℃至 20℃，相對濕度約 75%至 90% RH。Li (2013)以「台農 57 號」、「台農 66 號」及「台農 73 號」甘藷品種為材料，於貯藏期間利用不同貯藏溫度處理調查結果顯示，15℃的貯藏溫度處理對此三個品種均可有效的抑制鮮藷塊根發芽，且鮮藷之成分變化受品種、貯藏溫度及貯藏時間影響，且各處理因子間交感效應顯著，即維持鮮藷品質成分的最適貯藏條件必須依品種不同而設定。

臺灣地處亞熱帶型氣候，雖然一年四季均可栽植，但栽培時期主要集中於中南部秋裡作，品種單一及產季過於集中易導致發生產銷問題。本研究希望藉由甘藷貯藏的相關試驗，探討鮮藷貯藏期間之耗損與改善方法，以達到產期調整及提高產值之目的。

材料與方法

一、癒傷處理

本試驗以 2009 年於農委會農業試驗所嘉義農業試驗分所之甘藷試驗田採收的秋作甘藷「台農 57 號」為試驗材料，進行採收後癒傷處理並配合不同貯藏條件(包括溫度、相對濕度設定)。本試驗合計 5 個處理，每處理 30 個塊根，共 150 個樣品。處理包括：(1)對照組 (CK)，即採收後直接置放於室溫環境下 12 wk。(2)塊根採收後不進行癒傷處理，直接放入 15℃、60–70% RH 之控溫室貯藏 12 wk。(3)塊根採收後以 32℃、90%RH 存放 7 d 進行癒傷處理，之後移入 15℃、90% RH 之控溫室貯藏 12 wk。(4) 塊根採收後以 32℃、90% RH 存放 7 d 進行癒傷處理，之後移入 15℃、60–70% RH 之控溫室貯藏 12 wk。(5)塊根於採收後置於室溫下癒傷處理 7 d，再移入 15℃、60–70% RH 之控溫室貯藏 12 wk。150 個鮮藷塊根於採收後以清水人工沖洗方式將附著於塊根表皮上土壤洗淨，並避免造成新的傷口，再逐一編號並秤重(採收直後重量)，於貯藏 12 wk 後再分別秤其重量(貯藏後重量)及病藷重量(罹病塊根重量)，調查鮮藷塊根失重率(採收直後重量−貯藏後重量/採收直後重量 × 100%)與病害耗損(罹病塊

根重量/採收直後重量 ×100%)，以百分比表示。

二、溫湯處理

本試驗亦以2009年於農委會農業試驗所嘉義農業試驗分所之甘藷試驗田採收的秋作甘藷「台農 57 號」為試驗材料，塊根採收清洗後以不同水溫及浸泡時間進行溫湯處理，水溫處理有 45、50、55 及 60℃等 4 個等級，浸泡時間則有 5、10、15 及 20 min 等 4 個時程，合計 16 種處理。溫湯處理後鮮藷塊根再置於 15℃、60–70% RH 之控溫室貯藏，每處理各 10 個塊根，共 160 個樣品，每個鮮藷塊根於採收後以清水利用人工沖洗方式將附著於塊根表皮上土壤洗淨，並避免造成新的傷口，再逐一編號並秤重(採收直後重量)，於貯藏 16 wk 後再分別秤其重量(貯藏後重量)及病藷重量(罹病塊根重量)，調查鮮藷塊根失重率(採收直後重量–貯藏後重量/採收直後重量 × 100%)與病害耗損(罹病塊根重量/採收直後重量 × 100%)，以百分比表示。

三、不同甘藷品種與不同產地鮮藷貯藏調查

1. 不同品種鮮藷貯藏耗損試驗

本試驗以2010年於農委會農業試驗所嘉義農業試驗分所之甘藷試驗田採收的秋作甘藷「台農 57 號」、「台農 66 號」及「台農 73 號」之鮮藷為材料，貯藏前處理分為塊根清洗與不清洗兩種，清洗方式為以清水利用人工沖洗方式將附著於塊根表皮上土壤洗淨，並避免造成新的傷口，再逐一編號並秤重(採收直後重量)，於貯藏 12 wk 後再分別秤其重量(貯藏後重量)及病藷重量(罹病塊根重量)，調查鮮藷塊根失重率(採收直後重量–貯藏後重量/採收直後重量 × 100%)與病害耗損(罹病塊根重量/採收直後重量 ×100%)，以百分比表示，貯藏條件為 15℃、80–85% RH。每處理各 100 個鮮藷塊根，共 600 個樣品，再調查鮮藷塊根失重率及病害耗損。

2. 不同產地鮮藷貯藏耗損試驗

本試驗以2012年於農委會農業試驗所嘉義農業試驗分所之甘藷試驗田採收的秋作甘藷「台農 57 號」及購自嘉南(水林、新化)產區鮮藷為材料，各產區自二個不同田區取樣。貯藏前先進行清洗與不清洗兩種處理，清洗方式為以清水利用人工沖洗方式將附著於塊根表皮上土壤洗淨，並避免造成新的傷口，再逐一編號並秤重(採收直後重量)，於貯藏 12 wk 後再分別秤其重量(貯藏後重量)及病藷重量(罹病塊根重量), 調查鮮藷塊根失重率(採收直後重量–貯藏後重量/採收直後重量 × 100%)與病害耗損(罹病塊根重量/採收直後重量 × 100%)，以百分比表示。貯藏條件為 15℃、90–95% RH，每處理各 100 個鮮藷塊根，即每個產區取樣 200 個塊根，共 1,000 個樣品，再調查塊根失重率及病害耗損。

結果

一、癒傷處理對甘藷貯藏期間鮮藷塊根失重與病害耗損之調查

對照組(CK)於採收後直接置放於室溫環境下，因調查期間於第 10–14 d 塊根均已發芽，經 12 wk 貯放後鮮藷塊根已完全無商品價值，如 Fig. 1 所示。因此不再進行耗損率調查。塊根採收後不經癒傷處理，直接放入 15℃、60–70% RH 之控溫室處理，其鮮藷表皮傷口很快褐化劣變(Fig. 2)，經 12 wk 貯藏塊根失重率 8.7%，病害耗損 11.1%。塊根採收後經過 32℃、90%RH、7 d 癒傷處理，再移入 15℃、90% RH 控溫室，其塊根表皮受傷部位外觀維持較佳，但有催芽的情形，經 12 wk 貯藏塊根失重率 7.6%，病害耗損 0%。塊根採收後經過 32℃、90%RH、7 d 進行癒傷處理，再移入 15℃、60–70%RH 控溫室，其表皮受傷部位外觀不如以高濕度貯藏效果好，經 12 wk 貯藏塊根失重率 10.7%，病害耗損 0 %。塊根於採收後置於室溫下 7 d，再移入 15℃、60–70% RH 控溫室貯藏，其移入控溫

Fig. 1. The sprouting of sweet potato in room temperature during storage for 10-14 days.

Fig. 2. The appearance of skin injury of sweet potato ('TNG 57') by mechanical harvest.

室後表皮受傷部位劣變，經 12 wk 貯藏塊根失重率 7.5%，病害耗損 11.6% (Fig. 3)。

二、溫湯處理對鮮藷塊根貯藏耗損之調查

鮮藷塊根採收後經過 55℃及 60℃水溫於 5、10、15、20 min 處理，皆都會立即對鮮藷表皮造成傷害，而 50℃水溫處理 15 及 20 min 亦會對表皮造成同樣傷害，塊根表皮品質因熱傷害而劣變，因此不再進行貯藏耗損之調查(Fig.4)。以 50℃浸泡 5 min 及 10 min 處理及 45℃浸泡 5、10、15 及 20 min 處理表皮外觀維持較佳，置入 15℃、60–70% RH 之控溫室經貯藏 16 wk 後，其塊根失重率與病害耗損結果分別為：溫湯處理 50℃浸泡 5 min 之

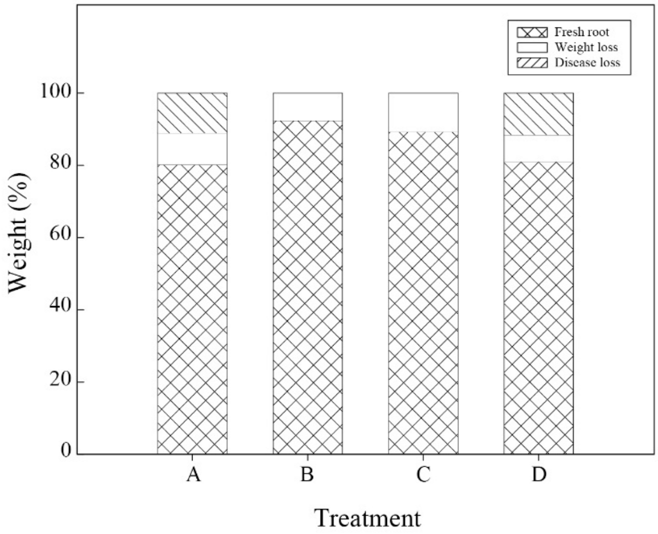

Fig. 3. Changes in fresh weight of sweet potato ('TNG 57') with different postharvest treatment after storage. A: uncuring→storage (15℃ and 60-70% RH); B: curing (32℃, 90% RH and 7 d)→storage (15℃ and 90% RH); C: curing (32℃, 90% RH and 7 d)→storage(15℃ and 60-70% RH); D: curing (room temperature and 7 d)→storage (15℃ and 60-70% RH).

Fig. 4. Results of the hot water treatments (i.e., 45, 50, 55 and 60℃) on fresh sweet potato cultivar 'TNG 57'. Treatment of hot water (50~60℃) on sweet potato leads to thermal injury.

塊根失重率 6.7%、病害耗損 7.3%，溫湯處理 50℃浸泡 10 min 之塊根失重率 11.4%、病害耗損 18.3%，溫湯處理 45℃浸泡 5 min 之塊根失重率 6.1%、病害耗損 0%，溫湯處理 45℃浸泡 10 min 之塊根失重率 6.9%、病害耗損 0 %，溫湯處理 45℃浸泡 15 min 之塊根失重率 7.1%、病害耗損 0%，而溫湯處理 45℃浸泡 20 min 之塊根失重率 7.8%、病害耗損 5.2%(Fig. 5)。

三、不同甘藷品種與不同產地鮮藷貯藏耗損調查

1. 不同品種鮮藷貯藏耗損試驗結果

鮮藷塊根在 15℃、80–85% RH 貯藏條件下，貯藏前有經過清洗處理之「台農 57 號」失重率為 7.2%、病害耗損為 23.4%，「台農 66 號」失重率為 11.2%、病害耗損為 70.9%，「台農 73 號」失重率為 6.3%、病害耗損為 37.6%。而未經清洗處理部分，「台農 57 號」失重率為 6.3%、病害耗損為 24.0%，「台農 66 號」失重率為 10.7%、病害耗損為 83.6%，「台農 73 號」失重率為 7.1%、病害耗損為 28.0%。試驗結果顯示，供試的甘藷品種以「台農 66 號」鮮藷塊根貯藏失重率最高，且貯藏期間病害引起的耗損也最嚴重，「台農 73 號」鮮藷失重率較「台農 57 號」低。又不同的甘藷品種其貯藏期間鮮藷失重率與病害耗損存在顯著差異，而塊根採收後經過清洗處理在「台農 66 號」及「台農 73 號」品種有減少貯藏病害耗損之效果，但「台農 57 號」品種之差異不明顯(Fig. 6)。

2. 不同產地鮮藷貯藏耗損試驗

試驗結果顯示，「台農 57 號」鮮藷塊根在貯藏溫度為 15℃、90–95% RH 及貯藏 12 wk 條件下，鮮藷因產區不同其貯藏耗損有不同趨勢。取自新化(Xinhua)之 2 個產區(Xinhua-1 及 Xinhua-2)之鮮藷貯藏病害耗損最為嚴重，其次為取自水林(Shuilin)之 2 個產區(Shuilin-1 及 Shuilin-2)之甘藷，而取自嘉義農業試驗分所田區之鮮藷塊根貯藏耗損較低。另塊根採收後清洗與不清洗處理，對於不同產區之鮮藷塊根貯藏耗損無顯著差異(Fig. 7)。

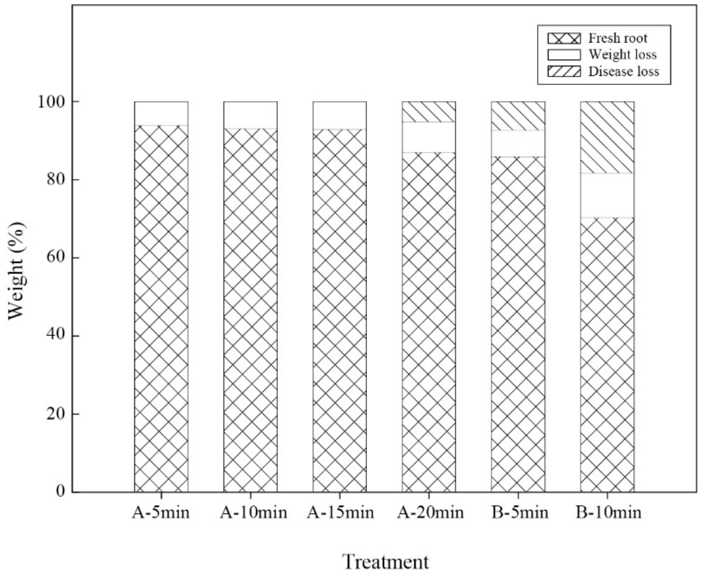

Fig. 5. Changes in fresh weight of sweet potato (TNG 57) with different hot water treatment after storage. A: 45 ℃ hot water treatment; B: 50℃ hot water treatment.

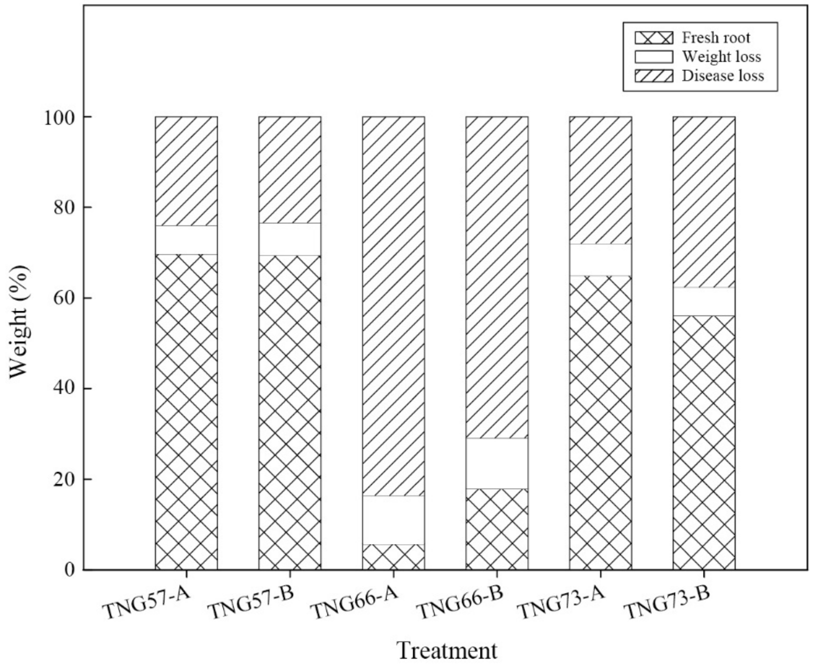

Fig. 6. Changes in fresh weights of different cultivars of sweet potato ('TNG 57', 'TNG 66' and 'TNG 73') with washing treatment after storage. A: unwashed sweet potato; B: washed sweet potato.

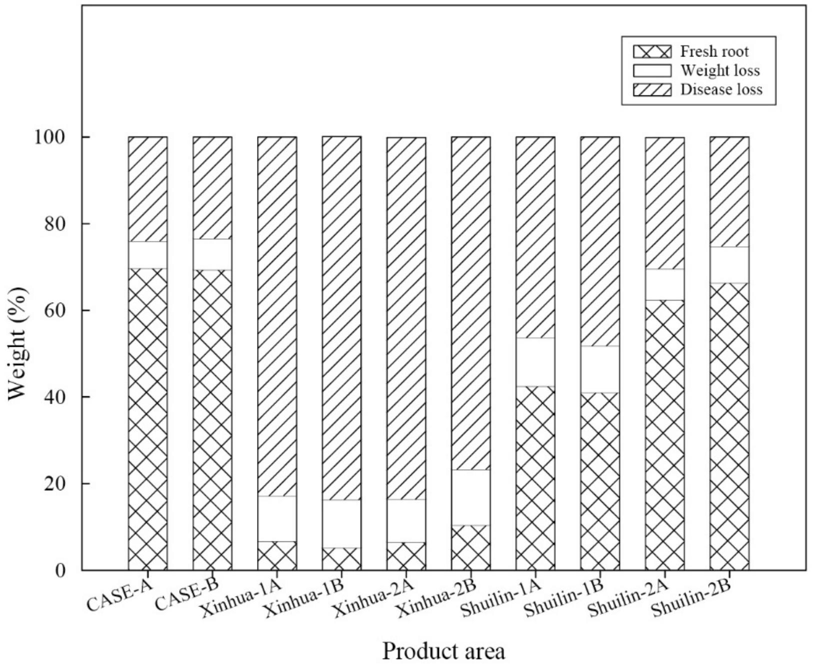

Fig. 7. Changes in fresh weight of sweet potato harvested from different production areas after storage. CAES: Chiayi Agricultural Experiment Station of Taiwan Agricultural Research Institute. A: unwashed sweet potato; B: washed sweet potato. 1 and 2: sweet potato harvested from different production areas.

討論

植物組織傷口癒合之目的通常有二，一是防止水分過度散失，二是避免病原菌入侵感染。甘藷採收後表皮傷口處的細胞會失水乾燥，形成多層乾燥細胞，採收後第 3 天開始傷口部位開始出現凹陷情形，推測可能是因低相對濕度環境引起傷口部位皺縮造成。癒傷處理之後在乾燥薄壁細胞層下方的細胞表現出木質化，最後再形成具有多層細胞之癒傷周皮層，依不同品種所形成的細胞厚度亦有不同(Oirschot *et al.* 2006)。Walter and Schadel (1982)認為至少需達 4.2 層周皮細胞的厚度，才具有防止塊根失水與防止病原菌侵入的功能。在溫帶國家根莖作物採收後進行癒傷處理在商業生產上已普遍應用，但在熱帶國家則不然。非洲國家如東非，於一般自然環境下氣溫約 24–25℃，相對濕度約 50–60%，甘藷的儲架壽命非常短僅維持 1–2 wk，且品種間塊根水分散失比率達 8–30%，差異頗大(Tomlins *et al* 2000)。本研究發現「台農 57 號」甘藷塊根採收後經癒傷處理(置於 32℃、90% RH 下維持 7 d)再移入控溫室貯藏，對藷塊表皮外觀的維持有較好的效果，且有降低貯藏病害耗損之趨勢，惟塊根經過高溫高濕處理有產生催芽情形。類似研究指出(Rees *et al.* 2008)，相對濕度會影響甘藷塊根癒傷組織型態，且品種間存在顯著差異，又貯藏期間甘藷乾物重與相對濕度呈負相關。而經過高溫高濕癒傷處理之「台農 57 號」甘藷品種，其貯藏濕度條件以相對濕度 90–95%優於 60–70%，其失重率有較低的趨勢。

臺灣氣候在 3 月之年平均氣溫約 20℃、最低平均溫約 17℃、最高平均溫則約 26℃，4 月份則分別約為 22℃、18℃、27℃，而單日之日均溫達 30℃的的天數亦不少，幾乎接近於甘藷癒傷處理的溫度；相對濕度在 3–4 月間平均亦達 80%。然而，本文試驗未經高溫高濕癒傷處理之塊根於採收後置於室溫下 7 d，而此時期環境之日溫 25–30℃、夜溫 15–20℃，白天中午最低濕度僅 40% RH、夜間最高可達 90% RH，隨後雖然移入 15℃、60–70% RH 控溫室貯藏，塊根表皮受傷部位仍明顯有褐化的情形亦無降低貯藏病害耗損效果。由此可知，未經癒傷處理之藷塊之儲藏表現仍不及有經過癒傷處理者，如欲較長時間儲存藷塊，建議在儲藏前施予必要癒傷處理措施。高溫高濕的癒傷處理比直接置放於室溫的癒傷處理及無癒傷處理(CK)的鮮藷對病害耗損有改善效果，且高相對濕度的貯藏環境有利於鮮藷貯藏品質的維持。

試驗結果另顯示，「台農 57 號」甘藷塊根不耐高溫的溫湯處理，55 至 60℃處理對表皮立即造成熱傷害，而 50℃長時間(15、20 min)處理及 45℃處理 20 min 亦會對表皮造成熱傷害。45℃處理 5 至 15 min 對鮮藷失重率無顯著影響卻有改善病害耗損之趨勢；惟由於溫湯處理的條件與蔬果的種類、成熟度、生產季節氣候條件及病原菌種類、特性與生理活性等有關，亦必須根據病原菌的致死力與植體耐受性而調整，如何能在短時間內殺死病原菌又不傷害藷塊，尚需要進一步研究以找出最適條件。

鮮藷塊根其貯藏期間之病害耗損因不同產區來源出現相當的耗損率差異，試驗結果顯示「台農 57 號」鮮藷來自新化產區之病害耗損最為嚴重，其原因不明。一般認為甘藷塊根病害之病原菌主要來自於田間土壤，可於機械採收時經由傷口侵入塊根，或是生育期間經由地上部枝蔓造成潛伏感染，在塊根貯藏初期不易由外觀判斷。觀察出現的病害包括 Rhizopus、Phomopsis、Lasiodiplodia、Foot rot 及 Fusarium。當甘藷以高溫高濕環境來減緩塊根水分散失與改善表皮皺縮時，此一高溫高濕處理可能會助長潛藏病原菌快速蔓延而造成病害耗損。因此，欲降低甘藷塊根貯藏耗損，尤其是降低病原菌對塊根的潛伏感染，根本之道仍須從甘藷之田間栽培管理著手，包括採用健康種

Fig. 8. The good quality of fresh sweet of potato cultivar 'TNG 57' after 6 months storage at the conditions of 15℃ and 90% RH.

苗、使用乾淨的灌溉水源及田區排水良好等同時注意避免病原菌隨水擴散。若發現病害植株，需立即拔除焚毀，以免病原菌殘存感染。在採收時，宜減少機械採收造成的塊根損傷，並於貯藏前先進行分級，去除損傷及受病蟲害危害之塊根。至於貯藏期間，鮮藷塊根應經過清洗及癒傷處理，可有助於降低病害引起之貯藏耗損，而利用高濕度貯藏環境則有利於鮮藷塊根外觀維持(即延緩表皮皺縮)。作者先前試驗結果顯示，表皮完好且無病原菌感染之鮮藷塊根，在適當的環境下貯藏 6 個月仍可維持高的品質。

引用文獻

Artschwager E, RC Starrett (1931) Suberization and wound-periderm formation in sweetpotato and gladiolus as affected by temperature and relative humidity. **J. Agric. Res.** 43:353–364.

Cantwell MI, RF Kasmire (1985) Postharvest Handling Systems: Underground Vegetables (Roots, Tubers, and Bulbs) p.435–443. *In*: Postharvest Technology of Horticultural Crops. AA Kader (Ed.) Oakland, California. 535pp.

Li HC (2013) Storage temperature affects quality of fresh tuberous roots of sweet potato during storage period. (in Chinese with English abstract) **J. Taiwan Agric. Res.** 62:174–183.

Oirschot QEA, R Deborah, A Julia, K Agnes (2006) Sweet potato cultivars differ in efficiency of wound healing. **Postharv. Biol. Tech.** 42:65–74.

Onwueme IC (1978) The Tropical Tuber Crops: Yams, Cassava, Sweet potato, and Cocoyams. John Wiley & Sons, New York. 248pp.

Picha DH (1986) Weight loss in sweet potatoes during curing and storage: contribution of the transpiration and respiration. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 111:889–892.

Picha DH (1987) Carbohydrate changes in sweet potatoes during curing and storage. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 112:89–92.

Ray RC, V Ravi (2005) Post Harvest spoilage of sweetpotato in Tropics and Control Measures. **Food Sci. Nutr.** 45:623–644.

Rees D, Q van Oirschot, J Aked (2008) The role of carbohydrates in wound-healing of Sweet potato roots at low humidity. **Postharv. Biol Technol.** 50:79–86.

Su CL (2009) Effects of plant growth regulators and hot water dipping treatment on the occurrence of pineapple [*Ananas comosus* (L.) Merr.] blackheart disorder. (in Chinese with English abstract) MS thesis. Department of

Horticulture National Chung Hsing University. Taichung, Taiwan. 91pp.

Takahata Y, T Noda, T Sato (1995) Changes in carbohydrates and enzyme activities of sweet potato lines during storage. **J. Agric. Food Chem.** 43:1923–1928.

Tomlins KI, GT Ndunguru, E Rwiza, A Westby (2000) Postharvest handling, transport and quality of sweet potato in Tanzania. **J. Hort. Sci. Biol.** 75:586–590.

Tomlins KI, G TNdunguru, E Rwiza, A Westby (2002) Influence of pre-harvest curing and mechanical injury on the quality and shelf-life of sweet potato (*Ipomoea batatas* L. Lam) in East Africa. **J. Hort. Sci. Biol.** 77:399–403.

Walter Jr. WM, WE Schadel (982) A rapid method for evaluating curing progress in sweet potatoes. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 107:1129–1136.

Walter Jr WM, LK Hammlett, FG Ciesberecht (1989) Wound healing and weight loss of sweet potatoes harvested at several soil temperatures. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 114:94.

Weimer JL, LL Harter (1921) Wound cork formation in the sweet potato. **J. Agric. Res.** 21:637–647.

Yang HR (2006) The postharvest technology of hot water treatment on mango disease prevention. (in Chinese) Taiwan Agric. Res. Inst. Tech. Ser. 65:22–25.

Zhang Z, CC Wheatley, H Corke (2002) Biochemical changes during storage of sweet potato roots differing in dry matter content. **Postharv. Biol. Technol.** 24:317–325.

－編輯：楊純明